Chương 1. CÁC HỆ THỐNG SỐ ĐẾM VÀ MÃ

❖ ***Đề Cương***

- Các phương pháp chuyển đổi giữa các hệ thống số đếm.
- Số nhị phân không dấu và các phép toán số học trên số nhị phân không dấu.
- Số nhị phân có dấu và các phép toán số học trên hệ thống số nhị phân
- Các bộ mã BCD và các phép toán cộng, trừ trên mã NBCD.
- Các loại mã khác: mã ASCII, mã quá 3, mã quá 6, mã Gray.
- Kiểm tra lỗi bằng phương pháp chẵn lẻ.

❖ ***Mục Đích***

Sau khi hoàn thành chương này, bạn phải nắm được kiến thức:

- Các phương pháp chuyển đổi từ một hệ thống số đếm này sang hệ thống số đếm khác.
- Cách biểu diễn số nhị phân có dấu và không dấu trong hệ thống kỹ thuật số.
- Các phép toán cộng, trừ, nhân, chia trên số nhị phân có dấu.
- Các bộ mã BCD và phép toán cộng trên mã NBCD.
- Một số loại mã thông dụng trong kỹ thuật và ứng dụng của chúng.
- Một phương pháp kiểm tra lỗi thông dụng khi truyền thông tin.

❖ ***Các Thuật Ngữ Tiếng Anh:***

- Binary-Coded-Decimal code (BCD): Mã thập phân được mã hóa dưới dạng nhị phân.
- Alphanumeric code: Mã ký tự
- American Standard Code for Information Interchange (ASCII): Mã trao đổi thông tin theo tiêu chuẩn Mỹ.
- Parity method: Phương pháp kiểm tra chẵn-lẻ
- Parity bit: Bit kiểm tra
- Institute Electrical and Electronics Engineers (IEEE): tiêu chuẩn kỹ thuật trong điện và điện tử

1.1- Các Phương Pháp Chuyển Đổi Giữa Các Hệ Thống Số Đếm

1.1.1- Chuyển đổi từ số nhị phân sang số thập phân

- Cách chuyển đổi này đã trình bày ở chương trước, giờ nhắc lại.
- Cho 2 số 101_B và 1011.11_B ta có kết quả cụ thể theo bảng sau:

2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	Dấu •	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	2^{-5}
		1	0	1_B						
	1	0	1	1	•	1	1_B			

Bảng 1. Quy tắc biểu diễn một hệ thống nhị phân

$101_B = 1x2^2 + 0x2^1 + 1x2^0 = 4 + 1 = 5_D$
$1011.11_B = 1x2^3 + 0x2^2 + 1x2^1 + 1x2^0 + 1x2^{-1} + 1x2^{-2} = 8 + 2 + 1 + 0.5 + 0.25 = 11.75_D$

1.1.2- Chuyển đổi từ số bát phân sang số thập phân

- Cách chuyển đổi này đã trình bày ở chương trước, giờ nhắc lại.
- Cho 2 số 276_O và 1563.18_O, ta có kết quả cụ thể theo bảng sau:

8^4	8^3	8^2	8^1	8^0	Dấu •	8^{-1}	8^{-2}	8^{-3}	8^{-4}	8^{-5}
		2	7	6						
	1	5	6	3	•	1	8			

Bảng 2. Quy tắc biểu diễn một hệ thống bát phân

$276_O = 2x8^2 + 7x8^1 + 6x8^0 = 128 + 56 + 6 = 190_D$
$1563.18_O = 1x8^3 + 5x8^2 + 6x8^1 + 3x8^0 + 1x8^{-1} + 8x8^{-2} = 512 + 320 + 48 + 3 + 0.125 + 0.125 = 883.25_D$

1.1.3- Chuyển đổi từ số thập lục phân sang số thập phân

- Cách chuyển đổi này đã trình bày ở chương trước, giờ nhắc lại.
- Cho 2 số 276_H và $1A6F.08_H$, ta có kết quả cụ thể theo bảng sau:

16^4	16^3	16^2	16^1	16^0	Dấu •	16^{-1}	16^{-2}	16^{-3}	16^{-4}	16^{-5}
		2	7	6_H						
	1	A	6	F	•	0	8_H			

Bảng 3. Quy tắc biểu diễn một hệ thống thập lục phân

$276_H = 2x16^2 + 7x16^1 + 6x16^0 = 512 + 112 + 6 = 630_D$.
$1A6F.08_H = 1x16^3 + 10x16^2 + 6x16^1 + 15x16^0 + 0x16^{-1} + 8x16^{-2} = 4096 + 2560 + 96 + 15 + 0.03125 = 6767.03125_D$.

1.1.4- Chuyển đổi từ số thập phân sang số nhị phân

➢ Cách chuyển đổi:
Số thập phân gồm hai phần: phần nguyên và phần định trị.
Số nhị phân tương ứng cũng sẽ gồm hai phần: phần nguyên và phần định trị.
Bước 1: lấy phần nguyên của số thập phân cần đổi chia nguyên cho 2, ta có kết quả gồm hai phần: kết quả nguyên và số dư. Ghi lại số dư.
Bước 2: nếu kết quả nguyên chưa bằng 0, lấy kết quả nguyên đó chia tiếp cho 2 và ghi lại số dư như bước 1 cho đến khi nào kết quả nguyên bằng 0.
Bước 3: viết lại chuỗi số dư đã ghi theo thứ tự ngược từ dưới lên trên, ta đã có phần nguyên số nhị phân tương ứng với phần nguyên số thập phân cần đổi.
Bước 4: lấy phần định trị của số thập phân cần đổi nhân cho 2, ghi lại kết quả nguyên.
Bước 5: nếu kết quả nhân 2 vẫn còn phần định trị, lấy phần định trị đó tiếp tục nhân 2 và ghi lại kết quả nguyên như bước 4 cho đến khi nào phần định trị bằng 0.
Bước 6: viết lại chuỗi kết quả nguyên đã ghi theo thứ tự thuận từ trên xuống dưới, ta đã có phần định trị số nhị phân tương ứng với phần định trị của số thập phân cần đổi.

➢ Ví dụ: đổi số 29.375_D thành số nhị phân
Lấy phần nguyên là 29 để đổi

$\frac{29}{2} = 14$ dư 1

$\frac{14}{2} = 7$ dư 0

$\frac{7}{2} = 3$ dư 1

$\frac{3}{2} = 1$ dư 1

$\frac{1}{2} = 0$ dư 1

⇨ $29_D = 11101_B$
Lấy phần định trị 0.375 để đổi
0.375 x 2 = 0.75 phần nguyên 0
0.75 x 2 = 1.5 phần nguyên 1
0.5 x 2 = 1.0 phần nguyên 1

⇨ $0.375_D = 011_B$

➢ Vậy $29.375_D = 11101.011_B$

1.1.5- Chuyển đổi từ số thập phân sang số bát phân

➢ Cách chuyển đổi:
Số thập phân gồm hai phần: phần nguyên và phần định trị.
Số bát phân tương ứng cũng sẽ gồm hai phần: phần nguyên và phần định trị.
Bước 1: lấy phần nguyên của số thập phân cần đổi chia nguyên cho 8, ta có kết quả gồm hai phần: kết quả nguyên và số dư. Ghi lại số dư.
Bước 2: nếu kết quả nguyên chưa bằng 0, lấy kết quả nguyên đó chia tiếp cho 8 và ghi lại số dư như bước 1 cho đến khi nào kết quả nguyên bằng 0.
Bước 3: viết lại chuỗi số dư đã ghi theo thứ tự ngược từ dưới lên trên, ta đã có phần nguyên số bát phân tương ứng với phần nguyên số thập phân cần đổi.
Bước 4: lấy phần định trị của số thập phân cần đổi nhân cho 8, ghi lại kết quả nguyên.
Bước 5: nếu kết quả nhân 8 vẫn còn phần định trị, lấy phần định trị đó tiếp tục nhân 8 và ghi lại kết quả nguyên như bước 4 cho đến khi nào phần định trị bằng 0.
Bước 6: viết lại chuỗi kết quả nguyên đã ghi theo thứ tự thuận từ trên xuống dưới, ta đã có phần định trị số bát phân tương ứng với phần định trị của số thập phân cần đổi.

➢ Ví dụ: đổi số 129.375_D sang số bát phân
Lấy phần nguyên là 129 để đổi
$\frac{129}{8} = 16$ dư 1
$\frac{16}{8} = 2$ dư 0
$\frac{2}{8} = 0$ dư 2
⇨ $129_D = 201_O$
Lấy phần định trị là 0.375 để đổi
0.375 x 8 = 3.0 phần nguyên 3
⇨ $0.375_D = 0.3_O$

➢ Vậy $129.375_D = 201.3_O$

1.1.6- Chuyển đổi từ số thập phân sang số thập lục phân

- Cách chuyển đổi:
  Số thập phân gồm hai phần: phần nguyên và phần định trị.
  Số thập lục phân tương ứng cũng sẽ gồm hai phần: phần nguyên và phần định trị.
  Bước 1: lấy phần nguyên của số thập phân cần đổi chia nguyên cho 16, ta có kết quả gồm hai phần: kết quả nguyên và số dư. Ghi lại số dư, lưu ý nếu số dư từ 10 ⇨ 15 thì ta đổi thành từ A ⇨ F tương ứng .
  Bước 2: nếu kết quả nguyên chưa bằng 0, lấy kết quả nguyên đó chia tiếp cho 16 và ghi lại số dư như bước 1 cho đến khi nào kết quả nguyên bằng 0.
  Bước 3: viết lại chuỗi số dư đã ghi theo thứ tự ngược từ dưới lên trên, ta đã có phần nguyên số thập lục phân tương ứng với phần nguyên số thập phân cần đổi.
  Bước 4: lấy phần định trị của số thập phân cần đổi nhân cho 16, ghi lại kết quả nguyên.
  Bước 5: nếu kết quả nhân 16 vẫn còn phần định trị, lấy phần định trị đó tiếp tục nhân 16 và ghi lại kết quả nguyên như bước 4 cho đến khi nào phần định trị bằng 0.
  Bước 6: viết lại chuỗi kết quả nguyên đã ghi theo thứ tự thuận từ trên xuống dưới, ta đã có phần định trị số thập lục phân tương ứng với phần định trị của số thập phân cần đổi.

- Ví dụ: đổi số 429.375_D sang số bát phân
  Lấy phần nguyên là 429 để đổi
  $\frac{429}{16} = 26$ dư .... 13⇔D
  $\frac{26}{16} = 1$ dư .... 10⇔A
  $\frac{1}{16} = 0$ dư 1
  ⇨ $429_D = 1AD_H$
  Lấy phần định trị là 0.375 để đổi
  0.375 x 16 = 6.0 phần nguyên 6
  ⇨ $0.375_D = 0.6_H$

- Vậy $429.375_D = 1AD.6_H$

1.1.7- Chuyển đổi từ số nhị phân sang số bát phân và ngược lại

- Giữa số nhị phân và số bát phân có một quan hệ theo bảng sau:

Số nhị phân	000	001	010	011	100	101	110	111

Số bát phân	0	1	2	3	4	5	6	7

Bảng 4. Quan hệ giữa số nhị phân và bát phân

1.1.7.1- Cách chuyển đổi từ số nhị phân sang số bát phân:

Bước 1: lấy phần nguyên của số nhị phân nhóm từ phải sang trái, cứ 3 bit thành một nhóm. Nhóm cuối cùng chứa MSB có thể không đủ 3 bit thì ta cứ điền các bit 0 vào bên trái MSB cho đủ 3 bit. Sau đó, đối chiếu với bảng 10 để thay các chữ số bát phân tương ứng với nhóm 3 bit đó.

Bước 2: lấy phần định trị của số nhị phân nhóm từ trái sang phải, cứ 3 bit thành một nhóm. Nhóm cuối cùng chứa LSB có thể không đủ 3 bit thì ta cứ điền các bit 0 vào bên phải LSB cho đủ 3 bit. Sau đó, đối chiếu với bảng 10 để thay các chữ số bát phân tương ứng với nhóm 3 bit đó.

Ví dụ: đổi số 11011110.1111_B sang số bát phân

Lấy phần nguyên là 11011110 để đổi

Nhóm 3 bit lại rồi tra bảng: 11011110_B ⇨ ‘011 ’011 ’110_B = 336_O

Lấy phần định trị là 0.1111 để đổi

Nhóm 3 bit lại rồi tra bảng: 1111_B ⇨ ‘111 ’100_B = 74_O

Vậy 11011110.1111_B = 336.74_O

1.1.7.2- Cách chuyển đổi từ số bát phân sang số nhị phân:

Bước 1: lấy phần nguyên của số bát phân, rồi thay một chữ số bát phân là 3 bit nhị phân tương ứng trong bảng 10. Xong bỏ những bit 0 vô nghĩa ở bên trái.

Bước 2: lấy phần định trị của số bát phân, rồi thay một chữ số bát phân là 3 bit nhị phân tương ứng trong bảng 10. Xong bỏ những bit 0 vô nghĩa ở bên phải.

Ví dụ: đổi số 336.74_O sang số nhị phân

Lấy phần nguyên là 336 để đổi

336_O = 011011110_B = 11011110_B

Lấy phần định trị là 0.74 để đổi

0.74_O = 0.111100_B = 0.1111_B

1.1.8- Chuyển đổi từ số nhị phân sang số thập lục phân và ngược lại

- Giữa số nhị phân và số thập lục phân có một quan hệ theo bảng sau:

Số nhị phân	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
Số thập lục phân	0	1	2	3	4	5	6	7
Số nhị phân	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
Số thập lục phân	8	9	A	B	C	D	E	F

Bảng 5. Quan hệ giữa số nhị phân và thập lục phân

1.1.8.1- Cách chuyển đổi từ số nhị phân sang số thập lục phân:

Bước 1: lấy phần nguyên của số nhị phân nhóm từ phải sang trái, cứ 4 bit thành một nhóm. Nhóm cuối cùng chứa MSB có thể không đủ 4 bit thì ta cứ điền các bit 0 vào bên trái MSB cho đủ 4 bit. Sau đó, đối chiếu với bảng 11 để thay các chữ số thập lục phân tương ứng với nhóm 4 bit đó.

Bước 2: lấy phần định trị của số nhị phân nhóm từ trái sang phải, cứ 4 bit thành một nhóm. Nhóm cuối cùng chứa LSB có thể không đủ 4 bit thì ta cứ điền các bit 0 vào bên phải LSB cho đủ 4 bit. Sau đó, đối chiếu với bảng 11 để thay các chữ số thập lục phân tương ứng với nhóm 4 bit đó.

Ví dụ: đổi số 11011011110.100111_B sang số thập lục phân

Lấy phần nguyên là 11011011110 để đổi

Nhóm 4 bit lại rồi tra bảng: 11011011110_B ⇨ ‘0110 ’1101 ’1110_B = $6DE_H$

Lấy phần định trị là 0.100111 để đổi

Nhóm 4 bit lại rồi tra bảng: 100111_B ⇨ ‘1001 ‘1100_B = $9C_H$

Vậy 11011011110.100111_B = $6DE.9C_H$

1.1.8.2- Cách chuyển đổi từ số thập lục phân sang số nhị phân:

Bước 1: lấy phần nguyên của số thập lục phân, rồi thay một chữ số thập lục phân là 4 bit nhị phân tương ứng trong bảng 11. Xong bỏ những bit 0 vô nghĩa ở bên trái.

Bước 2: lấy phần định trị của số thập lục phân, rồi thay một chữ số thập lục phân là 4 bit nhị phân tương ứng trong bảng 11. Xong bỏ những bit 0 vô nghĩa ở bên phải.

Ví dụ: đổi số $6DE.9C_H$ sang số nhị phân

Lấy phần nguyên là 6DE để đổi

$6DE_H$ = 011011011110_B = 11011011110_B

Lấy phần định trị là 0.9C để đổi

$0.9C_H$ = 0.10011100_B = 0.100111_B

1.1.9- Chuyển đổi từ số bát phân sang số thập lục phân và ngược lại

Tốt nhất là ta chuyển đổi thông qua trung gian số nhị phân.

1.2- Số Nhị Phân Nguyên Không Dấu Và Các Phép Toán Số Học Trên Số Nhị Phân Nguyên Không Dấu

1.2.1- Số nhị phân nguyên không dấu

Hệ thống số nhị phân đang đề cập đến là hệ thống số nhị phân nguyên không dấu. Có nghĩa là số nhị phân có N bit thì số nhỏ nhất là số 0 và số lớn nhất là 2^N-1.

1.2.2- Các phép toán số học trên số nhị phân nguyên không dấu

1.2.2.1- Phép cộng

Quy tắc: 0 + 0 = 0; 0 + 1 = 1 + 0 = 1; 1 + 1 = 10 (bằng 0 nhớ 1).

Ví dụ: cộng hai số nhị phân không dấu 4 bit sau $9_D + 5_D = 14_D$

$$\begin{array}{r} 1001 \\ +\; 0101 \\ \hline 1110 \end{array}$$

1.2.2.2- Phép trừ

Quy tắc: 0 - 0 = 0; 1 - 1 = 0; 1 - 0 = 1; 0 - 1 = 1 (bằng 1 mượn 1).

Ví dụ: trừ hai số nhị phân không dấu 4 bit sau $9_D - 5_D = 4_D$

$$\begin{array}{r} 1001 \\ -\; 0101 \\ \hline 0100 \end{array}$$

1.2.2.3- Phép nhân

Quy tắc: 0 x 0 = 0 x 1 = 1 x 0 = 0; 1 x 1 = 1.

Ví dụ: nhân hai số nhị phân không dấu 4 bit cần một số nhị phân không dấu 8 bit $11_D \times 9_D = 99_D$

$$\begin{array}{rccccccc}
 & & & & 1 & 0 & 0 & 1 \\
\times & & & & 1 & 0 & 1 & 1 \\
\hline
 & & & & 1 & 0 & 0 & 1 \\
 & & & 1 & 0 & 0 & 1 & \\
 & & 0 & 0 & 0 & 0 & & \\
 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & \\
\hline
 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1
\end{array}$$

1.2.2.4- Phép dịch trái

Quy tắc: dịch trái một bit tương đương nhân 2^1, dịch trái n bit tương đương nhân 2^n.

Ví dụ: $00011001_B = 25_D$ dịch trái 2 bit thành $01100100_B = 100_D$

Vậy số 00011001_B dịch trái 2 bit tương đương nhân 4

1.2.2.5- Phép chia

Quy tắc: giống như phép chia của số thập phân, phép chia số nhị phân là nghịch đảo của phép nhân $9_D : 3_D = 3_D$

Ví dụ: chia hai số nhị phân không dấu 4 bit sau

$$\begin{array}{r|l} 1001 & 11 \\ \cline{2-2} -\;11 & 11 \\ \cline{1-1} 11 & \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - \\ 11 \\ \hline 00 \end{array}$$

1.2.2.6- Phép dịch phải

Quy tắc: dịch phải một bit tương đương chia 2^1, dịch phải n bit tương dương chia 2^n.

Ví dụ: 01100100_B = 100_D dịch phải 2 bit thành 00011001_B = 25_D

Vậy số 01100100_B dịch phải 2 bit tương đương chia 4

1.2.2.7- Sự tràn số

Sau khi thực hiện một phép toán số học trên số nhị phân N bit, nếu kết quả lớn hơn N bit, thì ta gọi đó là sự tràn số, và những bit lớn hơn N được gọi là bit bị tràn. Thường thì những số bị tràn sẽ được loại bỏ, không tính vào kết quả phép toán.

1.3- Số Nhị Phân Nguyên Có Dấu Và Các Phép Toán Số Học Trên Số Nhị Phân Nguyên Có Dấu

- Khi thực hiện các phép toán số học trên hệ thống số nhị phân, sẽ phát sinh nhu cầu về số âm, ví dụ như 0101_B – 0111_B (5_D – 7_D = -2_D)
- Muốn biểu diễn số có dấu, theo quy ước chung lấy MSB làm bit dấu, nếu MSB = 0 là số dương, MSB = 1 là số âm. Như vậy số dương lớn nhất của một số nhị phân N bit là 2^{N-1}-1.
- Ví dụ như một số nhị phân 4 bit không dấu, số lớn nhất là 2^4-1 = 15_D. thì một số nhị phân 4 bit có dấu, số lớn nhất là 2^{4-1}-1 = 7_D.

1.3.1- Các cách biểu diễn số âm

- Số âm được biểu diễn theo nhiều cách, và thực tế đã có 4 cách biểu diễn số âm

1.3.1.1- Cách 1: Số đối

- Về mặt nguyên tắc, dễ chấp nhận nhất là biểu diễn theo cách biểu diễn thông thường của số thập phân là +5_D = 0101_B thì -5_D = 1101_B. Tuy nhiên, cách biểu diễn có hai nhược điểm lớn: nhược điểm thứ nhất là số 0 có tới 2 cách viết là 0000_B và 1000_B và như vậy số nhị phân có dấu 4 bit chỉ có 15 số từ -7_D đến +7_D. Nhược điểm thứ hai là là khi thực hiện phép cộng một số dương với một số âm như (+5_D) + (-3_D) thì ta phải làm thành phép trừ 5_D - 3_D. Và trong những phép toán theo cách biểu diễn này, thì bit dấu phải tách riêng không thực hiện phép cộng hay trừ theo các quy tắc đã đề cập ở mục 2.2. Cách này hiện vẫn còn dùng trong lưu trữ số thực dấu chấm động.

- Về mặt kỹ thuật giải quyết những vấn đề trên rất khó khăn, nên giải pháp khác được đưa ra là biểu diễn số âm dưới dạng ***số bù***.

1.3.1.2- Cách 2: Số bù 1

- Số âm nhị phân theo quan điểm này là lấy đảo lại với số dương, gọi là số bù 1. Ví dụ số dương $+5_D = 0101_B$ thì $-5_D = 1010_B$. Nhưng gặp khó khăn là khi thực hiện phép cộng hai số, thì ta phải lấy bit nhớ cộng ngược lại với kết quả, ví dụ như $0101_B + 1011_B = 10000_B \Rightarrow 0000_B + 1_B = 0001_B$**,** do sự không thuận tiện đó, số bù 1 không được dùng làm số âm nữa

1.3.1.3- Cách 3: Số bù 2

- Số âm biểu diễn theo cách này tương đối thuận tiện nhất, nên hiện giờ sử dụng trong các phép tính số nguyên có dấu. Nó chỉ có nhược điểm và cũng là ưu điểm là không đối xứng, luôn có một số âm mà không có số dương tương ứng.

1.3.1.4- Cách 4: Số dư 128 hay số dư 1024

- Số âm biểu diễn theo cách này dùng 8 bit trong hệ thống số dư 128 hay 11 bit trong số dư 1024. Trong hệ thống số dư 128, ta lấy giá trị của nó trừ cho 128, nếu nó lớn hơn 0 thì đó là số dương, nếu ngược lại thì lấy 128 trừ cho nó đó sẽ là số âm tương ứng. Và có điều thú vị là số âm dạng số dư 128 và số âm dạng bù 2 giống nhau hoàn toàn ở 7 bit cuối, chỉ khác nhau ở bit đầu mà thôi. Số âm dạng số dư 128 và số âm dạng số dư 1024 được dùng trong phần mũ của số thực dấu chấm động theo tiêu chuẩn IEEE 754

1.3.2- Số bù

1.3.2.1- Số bù e

Số bù e của một số nguyên N thuộc hệ thống đếm cơ số e ký hiệu là $N_{BÙE}$ được tính theo công thức:

$N_{BÙ\ E} = e^N - N$

Ví dụ: số 101011_B trong hệ thống đếm nhị phân có số bù 2 là $2^6_B - 101011_B = 1000000_B - 101011_B = 010101_B$

Số 51276_D trong hệ thống đếm thập phân có số bù 10 là $10^5_D - 51276_D = 100000_D - 51276_D = 48724_D$

1.3.2.2- Số bù e - 1

Số bù e của một số nguyên N thuộc hệ thống đếm cơ số e ký hiệu là $N_{BÙ\ E-1}$ được tính theo công thức:

$N_{BÙ\ E-1} = e^N - N - 1$

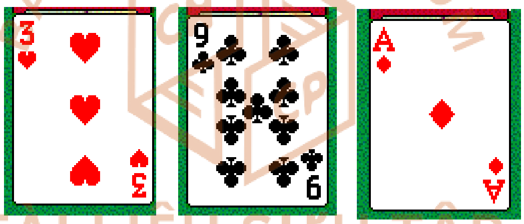
Ví dụ: số 101011_B trong hệ thống đếm nhị phân có số bù 1 là $2^6{}_B - 101011_B = 1000000_B - 101011_B - 1_B = 010100_B$

Số 51276_D trong hệ thống đếm thập phân có số bù 9 là $10^5{}_D$ $^{-}51276_D = 100000_D - 51276_D - 1_D = 48723_D$

1.3.3- Số bù trong hệ thập phân

- Trong hệ thập phân, ngoài cách biểu diễn thông dụng là một số đối của một số A là số –A theo quy tắc A + (-A) = 0. Thì người ta còn dùng một cách khác đó là số bù 10 của A để biểu diễn số đối của A theo quy tắc $A + (A_{BÙ\ 10}) = 0$. Vậy số bù 10 của A, ký hiệu là $A_{BÙ\ 10}$ được biểu diễn theo quy tắc nào.

- Để dễ hiểu, ta xem lại quy tắc chơi của trò chơi bài ba lá



Hình 1. Trò chơi bài 3 lá

- Trong trò chơi này, số nút của người chơi là 3 + 9 + 1 = 13 = 3 có nghĩa là kết quả bằng 10 xem như là 0, nếu quá 10 thì chỉ lấy hàng đơn vị.

- Ttrong trò chơi này, ta thấy số đối của số 3_D chẳng hạn là số 7_D vì $3_D + 7_D = 10_D = 0_D$, như vậy số 7 trong trường hợp này chính là số $3_{BÙ10}$, hay số 7 chính là số -3 theo cách biểu diễn thông thường.

- Với một số thập phân 4 chữ số 4637, ta tìm một số thập phân 4 chữ số sau khi cộng thì kết quả là 0. Số đó chính là số âm hay số bù 10 của 4637.

$$\begin{array}{r} \ 4\ 6\ 3\ 7 \\ +\ ?\ ?\ ?\ ? \\ \hline 0\ 0\ 0\ 0 \end{array}$$

- Ta tìm ra được số 5363. Ta nói số âm của số 4637 là số 5363 vì:

$$
\begin{array}{r}
4\ 6\ 3\ 7 \\
+\quad 5\ 3\ 6\ 3 \\
\hline
1\ 0\ 0\ 0\ 0
\end{array}
$$

- Chữ số thứ năm là chữ số bị tràn sẽ bị bỏ không tính. Số 5363 ⇔ $4637_{BÙ\ 10}$ vì 4637 + $4637_{BÙ\ 10}$ = 0000.

- Như vậy về mặt toán học, ta có thể phát triển là biểu diễn số âm bằng số bù với một số thập phân N chữ số.

- Nhưng để tìm một số âm của số cho trước được biểu diễn dưới dạng số bù 10 là công việc không được trực quan, và phải tính như trường hợp trên, con số 5363 tìm được là do lấy $10^5 - 4637$. Để tính số âm cho nhanh, ta sẽ tiến hành theo hai bước

  Bước 1: tính số bù 9 của số đã cho.

$$
\begin{array}{r}
4\ 6\ 3\ 7 \\
+\quad ?\ ?\ ?\ ? \\
\hline
9\ 9\ 9\ 9
\end{array}
$$

  Công việc này đơn giản vì cứ lấy từng chữ số đã cho cộng với chữ số tương ứng sao cho kết quả là 9 như sau:

$$
\begin{array}{r}
4\ 6\ 3\ 7 \\
+\quad 5\ 3\ 6\ 2 \\
\hline
9\ 9\ 9\ 9
\end{array}
$$

  Vậy số 5362 là số bù 9 của số 4637 vì 4637 + 5362 = 9999

  Bước 2: lấy số bù 9 cộng cho 1 ta được số bù 10

  5362 + 1 = 5363 đây chính là kết quả ta thu được ở trên.

- Với cách biểu diễn số âm bằng số bù 10, ta thấy không còn phép trừ, chúng ta đã thay phép trừ bằng phép cộng số bù 10.

1.3.4- Số bù trong hệ nhị phân nguyên

- Trong hệ nhị phân, ta áp dụng quy tắc lấy số âm theo số bù ở trên. Do ở đây là hệ nhị phân nên ta chỉ có hai số bù đó là bù 1 và bù 2. Với số bù 2 là số đối của số đã cho

- Cho một số dương không dấu 4 bit là 0101_B ($+5_D$)

- Số bù 1 của 0101_B ⇨ 1010_B (số bù 1 của 1 số là đảo của số đó)

- Số bù 2 của 0101_B bằng số bù 1 cộng 1⇨$1010_B + 1_B = 1011_B$ (-5_D)
  Nhận xét: $(+5_D) + (-5_D) = 0101_B + 1011_B = 0000$ (bit 5 bỏ, không xét)

$$\begin{array}{r} 0\ 1\ 0\ 1 \\ +\quad 1\ 0\ 1\ 1 \\ \hline 1\ 0\ 0\ 0\ 0 \end{array}$$

- Lấy 2 số $(+7_D) + (-6_D) = +1_D$

$$\begin{array}{r} 0\ 1\ 1\ 1 \\ +\quad 1\ 0\ 1\ 0 \\ \hline 1\ 0\ 0\ 0\ 1 \end{array}$$

- Với cách biểu diễn này, ta đã giải quyết được hai nhược điểm đã đề cập ở mục 2.3 là chỉ dùng một phép cộng thay vì phải dùng mạch trừ, và với N bit ta có thể biểu diễn được 2^N số nhị phân.

- Ta lập bảng số nhị phân có dấu trong trường hợp 4 bit

Số nhị phân không dấu	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
Số thập phân tương ứng	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Số nhị phân không dấu	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
Số thập phân tương ứng	8	9	10	11	12	13	14	15

Bảng 6. Số nhị phân không dấu ứng với số thập phân

Số nhị phân có dấu	**0000**	**0001**	**0010**	**0011**	**0100**	**0101**	**0110**	**0111**
Số thập phân tương ứng	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Số nhị phân có dấu	**1000**	**1001**	**1010**	**1011**	**1100**	**1101**	**1110**	**1111**
Số thập phân tương ứng	**-8**	**-7**	**-6**	**-5**	**-4**	**-3**	**-2**	**-1**

Bảng 7. Số nhị phân có dấu ứng với số thập phân

1.3.5- Các phép toán số học trên số nhị phân nguyên có dấu (dạng bù 2)

1.3.5.1- Phép cộng

Quy tắc: 0 + 0 = 0; 0 + 1 = 1 + 0 = 1; 1 + 1 = 10 (bằng 0 nhớ 1).

Ví dụ: cộng hai số nhị phân có dấu 4 bit sau (-7_D) + (5_D) = (-2_D)

$$\begin{array}{r} 1001 \\ +\;0101 \\ \hline 1110 \end{array}$$

1.3.5.2- Phép trừ

Thay thế phép trừ bằng phép cộng cho số bù 2.

Theo quy tắc: $A - C = A + C_{BÙ2}$

Ví dụ: trừ hai số nhị phân có dấu 4 bit sau ($+7_D$) - (5_D) = ($+2_D$)

⇨ $0111_B - 0101_B = 0111_B + 1011_B = 10010_B = 0010_B$ bỏ bit 5 không xét.

$$\begin{array}{r} 0111 \\ +\;1011 \\ \hline 10010 \end{array}$$

1.3.5.3- Phép nhân

Thay thế phép nhân bằng phép cộng dồn.

Theo quy tắc A*C = C + C + … + C (tất cả A lần)

Ví dụ: $3_D*2_D = 2_D + 2_D + 2_D = 0010_B + 0010_B + 0010_B = 0110_B = 6_D$ (tất cả 3 lần)

Hay thay thế phép nhân bằng phép cộng kết hợp với phép dịch trái

1.3.5.4- Phép chia

Thay thế phép chia bằng phép cộng số bù 2 dồn. Theo quy tắc lấy số bị chia cộng cho số chia bù 2, nếu kết quả phép cộng lớn hơn số chia bù 2, thì ta lấy kết quả đó cộng tiếp cho số chia bù 2 cho kết quả nhỏ hơn số chia bù 2 thì dừng. Số lần làm phép cộng là kết quả nguyên. Số dư là kết quả cuối cùng của phép cộng.

A : C ⇨

(lần 1) $A + C_{BÙ2} = A_1$ nếu $A_1 < C$ thì dừng ngược lại thì tiếp tục

(lần 2) $A_1 + C_{BÙ2} = A_2$ nếu $A_1 < C$ thì dừng ngược lại thì tiếp tục

.

.

.

(lần N) $A_{N-1} + C_{BÙ2} = A_N$ với $A_N < C$.

Ta có A : C = N dư A_N.

Ví dụ: $7_D : 2_D \Leftrightarrow 0111_B : 0010_B$

(lần 1) $0111_B + 1110_B = 10101_B \Rightarrow 0101_B$ (bỏ bit thứ 5)

(lần 2) $0101_B + 1110_B = 10011_B \Rightarrow 0011_B$ (bỏ bit thứ 5)

(lần 3) $0011_B + 1110_B = 10001_B \Rightarrow 0001_B$ (bỏ bit thứ 5)

Vậy: $7_D : 2_D = 3_D$ dư 1_D

1.4- Các Bộ Mã BCD Và Phép Toán Cộng Trên Mã NBCD

1.4.1- Các bộ mã BCD

- Chúng ta quen sử dụng hệ thống số thập phân, trong khi hệ thống kỹ thuật số về mặt bản chất là hệ thống nhị phân. Nên thường xuyên phải chuyển đổi giữa hai hệ thống là không tiện lợi trong một số nhu cầu. Nên người ta đã tìm ra những bộ mã để biểu diễn hệ thống số thập phân dưới dạng các bit nhị phân. Đó là các bộ mã BCD. Mã BCD có nghĩa là mỗi chữ số thập phân được mã hoá bằng 4 bit nhị phân. Có nhiều bộ mã BCD như 8421 (được gọi là BCD-Normal hay NBCD), 7421, 2421, 5121 … Mỗi bộ mã BCD được dùng tùy theo yêu cầu cụ thể, tương ứng với các chữ số thập phân theo bảng sau:

Số thập phân	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mã 8421	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001
Mã 7421	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	1000	1001	1010
Mã 2421	0000	0001	0010	0011	0100	1011	1100	1101	1110	1111
Mã 5121	0000	0001	0010	0011	0111	1000	1001	1010	1011	1111

Bảng 8. Bảng mã BCD

- Bộ mã 8421 dùng để tính toán như là số thập phân thông thường, với trọng số của 4 vị trí từ MSB sang LSB lần lượt là 8, 4, 2, 1.

- Bộ mã 7421 thì các trọng số 4 vị trí từ MSB sang LSB lần lượt là 7, 4, 2, 1.

- Bộ mã 2421 và 5121 thì nhằm mục đích là số bù 9 của bộ mã này sẽ bằng với số bù 1 của nó để thiết kế mạch cộng trừ số thập phân. Và trọng số của nó đúng như tên bộ mã là 2, 4, 2, 1 cho bộ mã 2421 và 5, 1, 2, 1 cho bộ mã 5121.

1.4.2- Phép toán cộng trên mã NBCD

1.4.2.1- Trường hợp 1: tổng hai số NBCD ≤ 9

Trường hợp này cách cộng như cộng số nhị phân bình thường.

Ví dụ: $53_D + 26_D = 79_D$ ⇨ $01010011_{NBCD} + 00100110_{NBCD}$

	0	1	0	1	0	0	1	1
+	0	0	1	0	0	1	1	0
	0	1	1	1	1	0	0	1

1.4.2.2- Trường hợp 2: tổng hai số NBCD > 9 và ≤ 15

Ta chia làm hai bước:

Bước 1: cộng nhị phân bình thường.

Bước 2: cộng thêm chữ số 6_{NBCD} vào tổng nào bị vượt quá 9 và ≤ 15, bit bị tràn sẽ được cộng bổ sung cho chữ số NBCD nằm kề bên trái.

Ví dụ: $38_D + 46_D = 84_D$ ⇨ $00111000_{NBCD} + 01000110_{NBCD}$

Bước 1: cộng nhị phân bình thường.

	0	0	1	1	1	0	0	0
+	0	1	0	0	0	1	1	0
	0	1	1	1	1	1	1	0

Bước 2: do 4 bit cuối là 1110 không phải mã NBCD, nên ta cộng bổ sung với 6_{NBCD} (0110)

	0	1	1	1	1	1	1	0
+	0	0	0	0	0	1	1	0
	1	0	0	0	0	1	0	0

1.4.2.3- Trường hợp 3: tổng hai số NBCD > 15

Ta chia làm hai bước:

Bước 1: cộng nhị phân bình thường, tổng hai chữ số NBCD nào vượt quá 15, thì xảy ra trường hợp tràn số, bit bị tràn kia vẫn được cộng cho chữ số NBCD nằm kề bên trái.

Bước 2: cộng thêm 6_{NBCD} vào tổng nào bị tràn số,

Ví dụ: $38_D + 49_D = 87_D$ ⇨ $00111000_{NBCD} + 10001001_{NBCD}$

Bước 1: cộng nhị phân bình thường.

	0	0	1	1	1	0	0	0
+	0	1	0	0	1	0	0	1
	1	0	0	0	0	0	0	1

Bước 2: do tổng hai chữ số NBCD bị tràn số, nên ta cộng bổ sung với 6_{NBCD} (0110)

$$
\begin{array}{rcccccccc}
 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
+ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\
\hline
 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1
\end{array}
$$

1.5- Các Loại Mã Khác: Mã ASCII, Mã Quá 3, Mã Quá 6, Mã Gray

1.5.1- Các loại mã 4 bit thường dùng

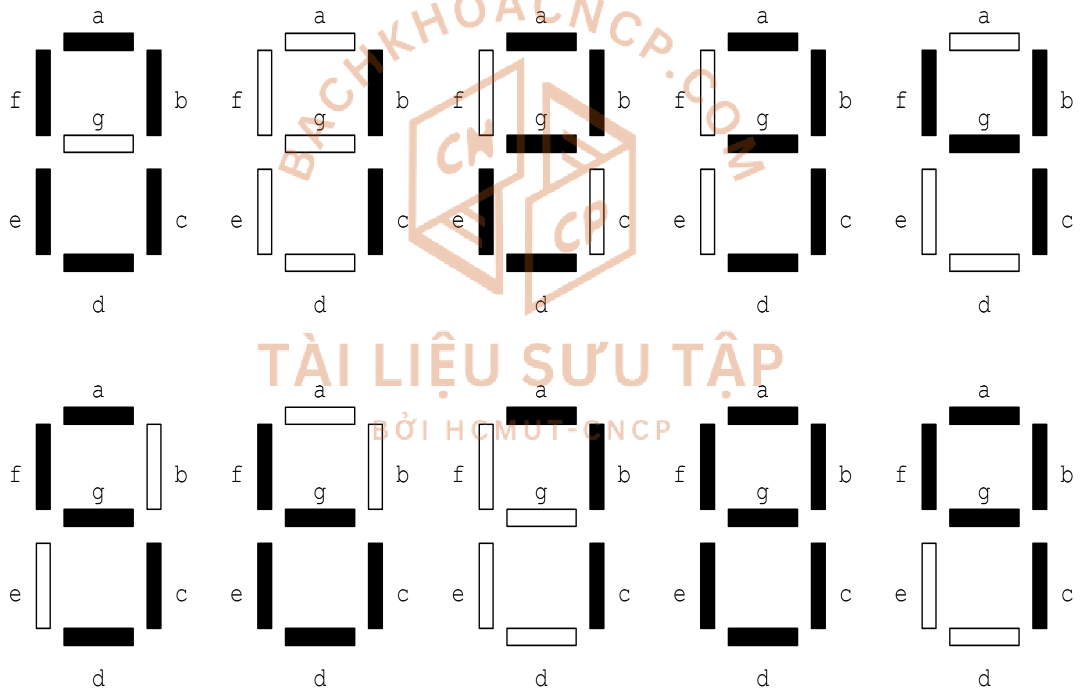
- Mã quá 3: lấy số nhị phân 4 bit cộng với 3. Được dùng khá nhiều trong các thiết bị tính toán số học số thập phân.
- Mã quá 6: lấy số nhị phân 4 bit cộng với 6. Được dùng khá nhiều trong các thiết bị tính toán số học số thập phân.
- Mã Gray: các số mã cạnh nhau chỉ khác nhau 1 bit. Do không sắp xếp theo vị trí, nên mã này không dùng để thực hiện các phép tính số học. Được dùng trong kỹ thuật đo lường để giảm sai số như cân điện tử, máy đo vị trí, hoặc dùng để thiết kế biểu đồ Karnaugh.
- Mã Gray quá 3: tương tự như mã Gray, nhưng lệch đi 3 hàng.

Số nhị phân	Mã quá 3	Mã quá 6	Mã Gray	Mã Gray quá 3	Mã 7 đoạn - mức 0						
					a	b	c	d	e	f	g
0000	0011	0110	0000	0010	0	0	0	0	0	0	1
0001	0100	0111	0001	0110	1	0	0	1	1	1	1
0010	0101	1000	0011	0111	0	0	1	0	0	1	0
0011	0110	1001	0010	0101	0	0	0	0	1	1	0
0100	0111	1010	0110	0100	1	0	0	1	1	0	0
0101	1000	1011	0111	1100	0	1	0	0	1	0	0
0110	1001	1100	0101	1101	1	1	0	0	0	0	0
0111	1010	1101	0100	1111	0	0	0	1	1	1	1
1000	1011	1110	1100	1110	0	0	0	0	0	0	0
1001	1100	1111	1101	1010	0	0	0	1	1	0	0

1010			1111	1011	1	1	1	0	0	1	0
1011			1110	1001	1	1	0	0	1	1	0
1100			1010	1000	1	0	1	1	1	0	0
1101			1011	0000	0	1	1	0	1	0	0
1110			1001	0001	1	1	1	0	0	0	0
1111			1000	0011	1	1	1	1	1	1	1

Bảng 9. Bảng mã quá 3, quá 6, Gray, Gray quá 3, 7 đoạn

- Mã 7 đoạn – mức 0: ứng với một số nhị phân là mã của một con số từ 0 – 9, còn từ 10 – 15 thì ít khi sử dụng. Ứng với mỗi đoạn sáng thì đoạn đó có giá trị 0, nếu không sáng thì có giá trị 1. Còn mã 7 đoạn mức 1 thì ngược lại.



Bảng 10. Bảng mã 7 đoạn từ 0 – 9

1.5.2- Các loại mã 5 bit thường dùng

- Mã 2 trên 5: bộ mã này dùng 5 bit, trong đó có 2 bit 1 và 3 bit 0 để biễu diễn hệ thập phân.

- Mã Johnson: bộ mã này cũng dùng 5 bit để biểu diễn hệ thống thập phân. Theo quy tắc là số ban đầu là 00000, bit 1 thay dần bit 0 từ phải sang trái. Cho đến khi 5 bit là 11111, thì bit 0 thay dần bit 1.

- Mã vòng: dùng 5 bit trong đó có duy nhất một bit có giá trị 1 và dịch dần từ phải sang trái.
- Đặc điểm của bộ mã 5 bit này là giảm bớt ảnh hưởng của nhiễu, và có khả năng phát hiện lỗi khi truyền dữ liệu.
- Còn nhiều loại mã khác tùy thuộc ứng dụng, và có độ dài lớn hơn 5 bit như mã Hamming, mã CRC, … trong môn Lý Thuyết Thông Tin và Kỹ Thuật Truyền Số Liệu.

Số thập phân	Mã 2 trên 5	Mã Johnson	Mã vòng
0	00011	00000	10000
1	00101	00001	01000
2	00110	00011	00100
3	01001	00111	00010
4	01010	01111	00001
5	01100	11111	10000
6	10001	11110	01000
7	10010	11100	00100
8	10100	11000	00010
9	11000	10000	00001

Bảng 11. Bảng mã 2 trên 5 và mã Johnson

1.5.3- Các loại mã ký tự thường dùng

1.5.3.1- Mã ASCII: bộ mã này sử dụng 7 bit để mã hoá cho 1 ký tự. Mã từ 0000000_B – 0011111_B là các mã điều khiển như CR (về đầu dòng) có mã là 0001101_B, hay LF (xuống dòng) có mã là 0001010_B, hay mã ESC là 0011011_B.

Ký tự	Số nhị phân	Ký tự	Số nhị phân	Ký tự	Số nhị phân
A	1000001	a	1100001	0	0110000
B	1000010	b	1100010	1	0110001
C	1000011	c	1100011	2	0110010
D	1000100	d	1100100	3	0110011

E	1000101	e	1100101	4	0110100
F	1000110	f	1100110	5	0110101
G	1000111	g	1100111	6	0110110
H	1001000	h	1101000	7	0110111
I	1001001	i	1101001	8	0111000
J	1001010	j	1101010	9	0111001
K	1001011	k	1101011	space	0100000
L	1001100	l	1101100	.	0101110
M	1001101	m	1101101	,	0101100
N	1001110	n	1101110	(	0101000
O	1001111	o	1101111	)	0101001
P	1010000	p	1110000	+	0101011
Q	1010001	q	1110001	-	0101101
R	1010010	r	1110010	*	0101010
S	1010011	s	1110011	/	0101111
T	1010100	t	1110100	=	0111101
U	1010101	u	1110101	$	0100100
V	1010110	v	1110110	%	0100101
W	1010111	w	1110111	!	0100001
X	1011000	x	1111000	#	0100010
Y	1011001	y	1111001	CR	0001101
Z	1011010	z	1111010	LF	0001010

Bảng 12. Một phần của bảng mã ASCII

1.5.3.2- Mã BAUDOT: bộ mã này dùng 5 bit để mã hoá 1 ký tự. Được dùng trong bưu điện và telex.

Ký tự	blank	T	CR	O	space	H	N	M
Hình	blank	5	CR	9	space		,	.
Số nhị phân	00000	00001	00010	00011	00100	00101	00110	00111
Ký tự	LF	L	R	G	I	P	C	V

Hình	LF	)	4	&	8	0	:	;
Số nhị phân	01000	01001	01010	01011	01100	01101	01110	01111
Ký tự	E	Z	D	B	S	Y	F	X
Hình	3	“	$	?	chuông	6	!	/
Số nhị phân	10000	10001	10010	10011	10100	10101	10110	10111
Ký tự	A	W	J	Chọn hình	U	Q	K	Chọn ký tự
Hình	-	2	‘		7	1	(	
Số nhị phân	11000	11001	11010	11011	11100	11101	11110	11111

Bảng 13. Bảng mã Baudot

1.6- Kiểm Tra Lỗi Bằng Phương Pháp Chẵn - Lẻ.

Trong khi truyền thông tin từ nơi này đi nơi khác, thông tin bị ảnh hưởng do nhiễu, nên có thể bị sai lệch. Do đó, khi gởi thông tin đi, thường ta phải kèm thêm một số bit để báo lỗi và sửa sai. Một trong những phương pháp đơn giản nhất cho việc báo lỗi là phương pháp kiểm tra chẵn - lẻ.

- Bit chẵn – lẻ, là bit thêm vào nhóm bit dữ liệu sắp được gởi đi. Trong phương pháp kiểm tra chẵn, thì giá trị bit chẵn – lẻ được chọn sao cho số bit có giá trị 1 (sau này gọi tắt là bit 1) là số chẵn (tính luôn bit chẵn – lẻ được thêm vào). Ví dụ: cần gởi đi 8 bit 01100001, trong số 8 bit này, có 3 bit là bit 1. Vậy bit thêm vào phải là bit 1, và ta gởi đi 9 bit ***1***01100001 trong đó có số bit 1 là 4. Bên nhận dữ liệu 9 bit, sẽ kiểm tra xem số bit 1 là số chẵn hay không, nếu là số chẵn thì nhận, còn số bit 1 là số lẻ thì không nhận. Giả sử trong trường hợp trên, bên nhận nhận được 9 bit như sau 100100001. Thì khi kiểm tra, sẽ thấy số bit 1 là 3, như vậy là đã bị lỗi, và sẽ không nhận dữ liệu này. Tuy nhiên, nếu sai hai bit trở lên, thì bên nhận xem như là đúng và nhận dữ liệu này. Như vậy, phương pháp này sẽ không phát hiện được lỗi nếu số bit bị sai là số chẵn 2, 4, 6. Nhưng xác xuất để sai hai bit trở lên là rất thấp so với sai một bit. Nên phương pháp này rất thông dụng trong việc truyền dữ liệu.
- Phương pháp kiểm tra lẻ thì quy ước là số bit 1 gởi đi phải là số lẻ.
- Nếu muốn kiểm tra nếu sai từ hai bit trở lên, và bên nhận có thể phát hiện vị trí sai để sửa, ta phải dùng các phương pháp khác trong môn Lý Thuyết Thông Tin và Kỹ Thuật Truyền Số Liệu.

❖ ***Tóm Tắt Chương 2:***

- Chuyển đổi giữa các hệ thống số:

- Chuyển đổi một số của hệ thống đếm cơ số e sang hệ thập phân: biểu diễn theo lũy thừa của e.

- Chuyển đổi một số của hệ thống thập phân sang hệ thống đếm cơ số e:
  Phần nguyên: lấy phần nguyên của số thập phân chia cho e, lấy số dư. Kết quả đọc ngược từ dưới lên.
  Phần thập phân: lấy phần định trị của số thập phân nhân cho e, lấy phần nguyên đọc từ trên xuống.

- Chuyển đổi một số của hệ thống nhị phân sang hệ bát phân:
  Phần nguyên: nhóm 3 bit từ phải sang trái, tra bảng tìm chữ số bát phân tương ứng.
  Phần định trị: nhóm 3 bit từ trái sang phải, tra bảng tìm chữ số bát phân tương ứng.

- Chuyển đổi một số của hệ thống nhị phân sang hệ thập lục phân:
  Phần nguyên: nhóm 4 bit từ phải sang trái, tra bảng tìm chữ số bát phân tương ứng.
  Phần định trị: nhóm 4 bit từ trái sang phải, tra bảng tìm chữ số bát phân tương ứng.

- Chuyển đổi một số của hệ thống bát phân sang hệ nhị phân: tra bảng thay chữ số bát phân với 3 bit nhị phân tương ứng, bỏ các bit thừa bên tay trái phần nguyên và bỏ các bit thừa bên tay phải phần định trị.

- Chuyển đổi một số của hệ thống thập lục phân sang hệ nhị phân: tra bảng thay chữ số thập lục phân với 4 bit nhị phân tương ứng, bỏ các bit thừa bên tay trái phần nguyên và bỏ các bit thừa bên tay phải phần định trị.

- Phép toán trên số nhị phân có dấu:

  - Cộng hai số nhị phân: 0 + 0 = 0; 0 + 1 = 1 + 0 = 1; 1 + 1 = 10

  - Số nhị phân có dấu:
    Số dương: bit đầu tiên là bit 0. Các bit còn lại tính theo quy tắc thông thường.
    Số âm: bit đầu tiên là bit 1. Được lưu trữ dưới dạng bù 2.

    - Các phép tính trên số nhị phân có dấu: chỉ thực hiện phép cộng, các phép toán trừ, nhân, chia đều quy đổi về phép cộng.

- Mã BCD và phép toán cộng trên mã NBCD:
    - Tuỳ thuộc vào cách chọn trọng số cho từng vị trí, ta có các bộ mã BCD như 8421, 7421, 2421 và 5121. Loại mã BCD thông dụng nhất là mã 8421 hay còn gọi là NBCD. Trong tài liệu này, nếu không có gì cần chú thích thì ta gọi mã NBCD là mã BCD.
    - Phép cộng trên mã NBCD thì cộng mỗi nhóm là 4 bit, theo cách cộng nhị phân thông thường, nếu kết quả phép cộng lớn hơn 9, thì ta cộng bổ sung thêm nhóm đó với số 6_{BCD}, bit bị tràn sẽ được nhớ qua nhóm bit kế tiếp.
- Các loại mã khác:
    - Mã quá 3 và mã quá 6 cũng là những loại mã hiển thị một chữ số thập phân.
    - Mã 7 vạch hiển thị một số thập phân bằng hình dạng những con số.
    - Mã Gray và mã Gray quá 3 là những bộ mã mà hai mã kế nhau chỉ khác nhau một bit.
    - Mã 2 trên 5 và mã Johnson là những loại mã 5 bit để hiển thị số thập phân.
    - Mã ký tự: hiển thị các ký tự và chữ số bằng một nhóm bit theo một tiêu chuẩn thông dụng nào đó. Như mã ASCII, mã Baudot,...
- Phương pháp kiểm tra chẵn-lẻ: thêm vào 1 bit kèm với N bit dữ liệu sao cho trong (N + 1) bit gởi đi này thì số bit 1 là số chẵn (nếu là phương pháp kiểm tra chẵn), hoặc số bit 1 là số lẻ (nếu là phương pháp kiểm tra lẻ).